

ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОДЫ ТРЕНИРОВОЧНОГО МАКРОЦИКЛА

Ю.Э. Питкевич

Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск,
Республика Беларусь

Введение. Состояние сердечно–сосудистой системы является одним из маркеров адаптации организма атлета к физическим нагрузкам. Представленные программно–аппаратным комплексом «Омега–С» параметры спортивной формы, полученные на основе математического анализа биоритмологических процессов, протекающих в организме, позволяют шире рассмотреть данную проблему [1; 2].

Целью настоящего исследования явилось изучение работоспособности и функционального состояния сердечно–сосудистой системы спортсменов в различные периоды тренировочного макроцикла в сопоставлении с данными программно–аппаратного комплекса «Омега–С».

Материалы и методы. В исследовании задействовано 69 действующих спортсменов различного уровня спортивной квалификации (75,0% – высококвалифицированные атлеты) в возрасте от 12 до 27 лет, средний возраст составил $18,23 \pm 2,6$ года. Из них: 8,7% – спортсмены в возрасте до 14 лет, 39,1% – от 15 до 18 лет; 37,9% – от 19 до 22 лет; 11,6% – женщины, 88,4% – мужчины. Атлеты специализировались в следующих видах спорта: теннис большой и настольный, легкая атлетика (бег на средние и длинные дистанции), футбол, хоккей, баскетбол, велоспорт, гребля на байдарках и каноэ, гребной слалом, армреслинг, бокс. Обследования проводились в подготовительный ($n=33$) и соревновательный ($n=36$) периоды макроцикла.

Спортсменам выполнены: общеклинический осмотр, антропометрическое исследование, электрокардиография, анализ вариабельности сердечного ритма и оценка функционального состояния с применением программно–аппаратного комплекса «Омега–С», велоэргометрическая проба.

При обработке результатов исследования использовались пакеты прикладных программ Statistica 6.0 фирмы StatSoft inc. (США), IBM SPSS Statistics. Характер распределения определялся при помощи критерия Вилка–Шапиро. Данные, имеющие распределение близкое к нормальному, описаны средним значением и стандартным отклонением ($\bar{X} \pm s$), показатели с ассиметричным распределением представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (Me , 25–75 квартиль). Проверка нулевой гипотезы проводилась с использованием непараметрического критерия Манна–Уитни для связанных групп. Проверка направленности и силы взаимосвязей между параметрами проводилась с использованием непараметрического критерия Спирмена. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Результаты и их обсуждение. По возрасту группы спортсменов, обследованных в различные периоды тренировочного макроцикла, статистически значимо не различались. Электрокардиограмма покоя в 12 общепринятых отведениях, выполненная спортсменам в подготовительный пе-

риод, позволила выявить нарушения процессов реполяризации, соответствующие дистрофии миокарда физического перенапряжения I степени по критериям А.Г. Дембо у 3,0%, эктопический предсердный водитель ритма у 9,1% обследованных, атриовентрикулярную блокаду I степени у 3,0%. Среди атлетов, обследованных в соревновательный период, частота нарушений процессов реполяризации миокарда увеличилась до 25,0%, атриовентрикулярная блокада I степени наблюдалась у 8,3% обследованных. По результатам велоэргометрической пробы (ВЭП) нормальная реакция сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку, критериями которой являлись нормотензивная реакция и отсутствие патологических изменений биоэлектрической активности сердца по данным электрокардиограммы зарегистрирована у 51,5% спортсменов, тестированных в подготовительный период и у 25,0% спортсменов, обследованных в соревновательный период. В случае, если результаты велоэргометрической пробы не соответствовали представленным выше критериям, реакция сердечно-сосудистой системы считалась патологической. Наиболее частыми причинами данной реакции являлись нарушения ритма в виде редкой суправентрикулярной и желудочковой экстрасистолии, нарушение процессов реполяризации миокарда и гипертоническая реакция (таблица 1).

Таблица 1 – Частота нормальной и патологической реакций на физическую нагрузку в подготовительный и соревновательный периоды

Признак	Частота встречаемости, % / абс.число	
	Подготовительный период (n=33)	Соревновательный период (n=36)
Нормальная реакция	51,5	25,0
Патологическая реакция	48,5	75,0
Экстрасистолия:	15,2 / 5	30,6 / 11
Нарушение процессов реполяризации миокарда	9,1 / 3	25,0 / 9
Феномен WPW	3,0 / 1	0
Появление АВ-блокады I степени на нагрузке или отсутствие нормализации продолжительности интервала PQ	0	5,6 / 2
АВ-диссоциация	0	5,6 / 2
Снижение систолического АД более, чем на 10 мм рт.ст. на нагрузке или отсутствие прироста систолического АД	6,1 / 2	5,6 / 2
Дистоническая реакция	3,0 / 1	11,1 / 4
Гипертоническая реакция	12,1 / 4	25,0 / 9

Среди общего количества обследованных спортсменов, нарушения ритма в виде суправентрикулярной и желудочковой экстрасистолии при выполнении работы и в восстановительном периоде выявлены в 23,0% случаев (из них у 11,3% спортсменов указанные нарушения регистрировались на фоне гипертензивной реакции), атриовентрикулярная диссоциация у 5,6% атлетов. АВ-блокада I степени регистрировалась у 11,1% обследованных, из них у 2 спортсменов данное нарушение имело вагусозависимый генез и имело преходящий характер с укорочением интервала PQ до нормальных значений при росте ЧСС, а в 5,6% случаев замедление АВ проведения проявилось в период выполнения нагрузки или имевшаяся АВ-блокада не исчезала, несмотря на увеличивающуюся мощность работы и рост ЧСС. Нарушения процессов реполяризации выявлены у 17,1% атлетов, из них у одной спортсменки при проведении ВЭП регистрировалась косовосходящая депрессия сегмента ST до 1,2 мм в точке ишемии без клинической картины ангинозного приступа, на фоне жалоб на снижение переносимости нагрузок. В остальных случаях нарушение процессов реполяризации миокарда заключалось в формировании изоэлектричных, двухфазных или отрицательных зубцов Т не менее, чем в 2-х отведениях. Указанные изменения чаще регистрировались у спортсменов, обследованных в соревновательный период. У одного атлета в восстановительном периоде зарегистрирован феномен WPW (Wolff-Parkinson-White), который носил преходящий характер. Частота выявления гипертонической реакции составляла 18,6 и дистонической – 7,1%. Ситуации, при которых отсутствовал прирост либо происходило снижение систолического артериального давления более чем на 10 мм рт. ст. от его величины на предыдущей минуте в период

выполнения работы регистрировались с одинаковой частотой у атлетов в соревновательный и подготовительный период. Анализ variability сердечного ритма и функционального состояния, проведенный с применением программно-аппаратного комплекса «Омега-С», продемонстрировал повышение тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы на фоне сниженной общей variability ритма и активности автономного контура регуляции у спортсменов в соревновательный период макроцикла. Показатели спортивной формы и ее энергетического обеспечения у данной группы атлетов снижены (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели программно-аппаратного комплекса «Омега-С» у спортсменов в подготовительный и соревновательный периоды

Показатели	Подготовительный период, n=33	Соревновательный период, n=36	p-level
ИН – индекс напряженности, у.е.	33,8 23,5–54,5	54,7 31,8–87,7	0,0017
АМо – амплитуда моды, %	22,4 18,2–28,0	26,1 22,3–34,6	0,0066
Мо – мода, мс	880,0 800,0–920,0	840,0 740,0–940,0	0,1386
dX – вариационный размах, мс	376,0 316,0–418,0	274,0 231,0–349,5	0,0001
HF – высокочастотный компонент, мс ²	954,7 544,7–1627,6	896,2 416,5–1693,2	0,4447
LF – низкочастотный компонент, мс ²	1831,1 1450,7–2947,1	904,2 569,9–1433,0	0,0000
Total – полный спектр частот, мс ²	5882,4 3736,9–7780,4	3300,9 1798,8–5523,7	0,0002
А – уровень адаптации к физическим нагрузкам, %	88,3 72,7–98,5	78,6 60,8–91,0	0,0057
В – уровень тренированности организма, %	99,0 91,3–100,0	92,2 70,2–99,5	0,0077
С – уровень энергетического обеспечения, %	77,6 68,5–91,1	64,7 54,7–76,7	0,0005
Д – психоэмоциональное состояние, %	80,2 73,2–94,9	65,6 54,7–80,0	0,0002
Н – интегральный показатель спортивной формы, %	84,8 76,8–95,7	74,4 60,2–86,2	0,0011
Коды с нарушенной структурой, %	0,0 0,0–0,0	0,0 0,0–13,3	0,0950
Коды с измененной структурой, %	21,4 3,4–55,1	37,9 16,7–59,4	0,1014
Коды с нормальной структурой, %	78,6 40,0–96,6	45,6 17,9–82,7	0,0169

Уровень общей работоспособности, оцененный по показателю PWC170 (Вт, Вт/кг) выше у спортсменов в подготовительном периоде. Так, у спортсменов, тестируемых в подготовительный период тренировочного макроцикла, показатель PWC170 составил 296,4 Вт (3,7 Вт/кг), в соревновательный период – 209,6 Вт (3,1 Вт/кг), $p=0,0000$. Рост работоспособности по данным показателей variability сердечного ритма обеспечивается увеличением активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы увеличением общей variability, усилением активности автономного контура регуляции и снижением степени напряженности регуляторных механизмов. Выявлена положительная корреляция показателя PWC 170 с показателем RRNN (средняя длительность RR-интервала; $r=0,464$, $p=0,0001$), Мо (наиболее часто встречающимся RR-интервалом; $r=0,471$, $p=0,0001$), dX (вариационный размах; $r=0,478$, $p=0,0001$), SDNN (стандартное отклонение RR-интервалов; $r=0,442$, $p=0,0003$).

Среди параметров спектрального анализа variability сердечного ритма наибольшая сила связи выявлена с показателем общей мощности спектра – Total, мс² ($r=0,458$; $p=0,0002$). Обратная

зависимость умеренной силы установлена между уровнем PWC 170 и индексом напряженности ($r=(-0,461)$; $p=0,0001$), индексом вегетативного равновесия ($r=(-0,426)$; $p=0,0005$), показателем адекватности процессов регуляции ($r=(-0,418)$; $p=0,0007$). Между параметрами A, B, C, D, H, B2, C2, D2, характеризующими спортивную форму и показателем PWC 170 также прослеживается корреляционная связь положительной направленности: с уровнем психоэмоционального состояния – D ($r=0,444$; $p=0,0003$), уровнем тренированности – B ($r=0,413$; $p=0,0008$) и интегральным показателем спортивной формы – H ($r=0,426$; $p=0,0005$).

Таким образом, сочетание электрокардиологического обследования с параллельной регистрацией параметров функционального состояния спортсменов позволяет получить новую дополнительную информацию, имеющую аналитическую значимость. Информация о нарушениях электрической стабильности миокарда позволяет объяснить факты снижения физической работоспособности и после проведения целенаправленной медицинской реабилитации способствовать ее восстановлению. В ряде случаев при выявлении сниженных функциональных показателей спортивной работоспособности регистрация электрокардиограммы способствует выявлению причин ухудшения спортивных показателей.

Выводы:

1. Соревновательный период макроцикла сопровождается снижением функционального состояния по результатам тестирования с применением ПАК «Омега–С». Частота патологии, выявленная по результатам электрокардиограммы покоя и велоэргометрической пробы выше у спортсменов, обследованных в соревновательный период макроцикла.
2. Между уровнем общей работоспособности и показателями variability сердечного ритма и спортивной формы существует корреляционная связь умеренной силы.
3. Увеличение работоспособности спортсменов манифестируется ростом показателей спортивной формы и ее энергетического обеспечения на фоне усиления общей variability ритма и активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, снижении степени централизации управления сердечным ритмом и напряжения регуляторных механизмов.

Литература:

1. Баевский, Р.М. Новые методы электрокардиографии / под ред. С.В. Грачева, Г.Г. Иванова, А.Л. Сыркина. – М.: Техносфера, 2007. – С. 474–498.
2. Система комплексного компьютерного исследования физического состояния спортсменов «Омега–С»: документация пользователя. – С.Пб., 2006. – 65 с.